

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-325691

(43)公開日 平成8年(1996)12月10日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
C 23 C 2/02			C 23 C 2/02	
C 21 D 9/46			C 21 D 9/46	R
C 22 C 38/00	302		C 22 C 38/00	302Z
	38/26		38/26	
C 23 C 2/06			C 23 C 2/06	

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平7-132285	(71)出願人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22)出願日 平成7年(1995)5月30日	(72)発明者 島田 鉄也 福岡県北九州市戸畠区飛幡町1番1号 新 日本製鐵株式会社八幡製鐵所内
	(72)発明者 住友 秀彦 福岡県北九州市戸畠区飛幡町1番1号 新 日本製鐵株式会社八幡製鐵所内
	(72)発明者 大村 圭一 福岡県北九州市戸畠区飛幡町1番1号 新 日本製鐵株式会社八幡製鐵所内
	(74)代理人 弁理士 田村 弘明 (外1名)

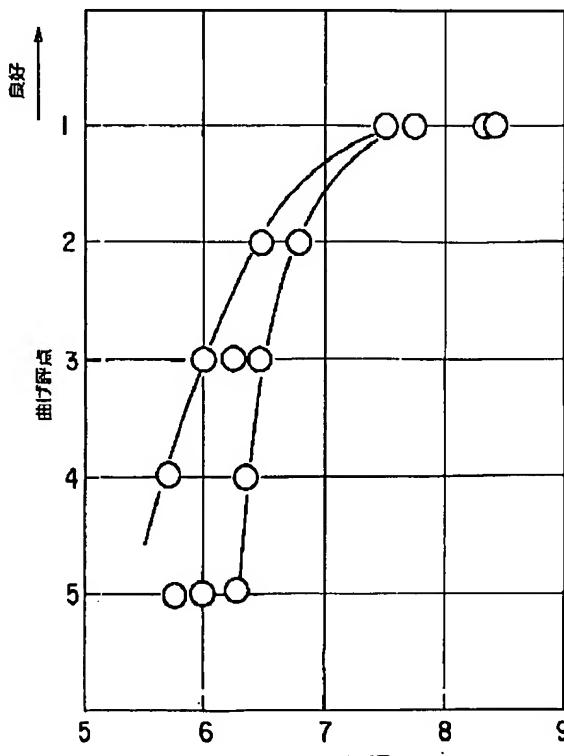
(54)【発明の名称】 曲げ加工性が良好な溶融めっきステンレス鋼およびその製造方法

## (57)【要約】

【目的】 曲げ加工性が良好な溶融めっきフェライト系ステンレス鋼を製造する。

【構成】 重量%でC:0.08%以下、Si:1%以下、Mn:1%以下、Cr:10~25%、Nb:1.5%以下、N:0.03%以下、必要に応じてMo:2.5%以下およびCu:0.5%以下の1種または2種を含み、残部が不可避不純物からなるフェライト系ステンレス鋼にAl、Znあるいはそれらの合金が主成分である金属溶融めっきを施した後、母材ステンレス鋼の結晶粒度番号が7.5番以上であるか、その製造工程において、めっき原板の冷延後の焼鈍を再結晶温度以上1000°C以下で5分以下の保定期とする。

【効果】 従来、高価な溶融めっきオーステナイト系ステンレス鋼を使用せざるを得なかつたが、本発明により、曲げ加工に優れた溶融めっきフェライト系ステンレス鋼の製造が安定して可能になった。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、

C : 0. 08 %以下、

Si : 1. 0 %以下、

Mn : 1. 0 %以下、

Cr : 10~25 %、

Nb : 1. 5 %以下、

N : 0. 03 %以下を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼をめっき原板とし、その表面にZnあるいはAlを主成分とする溶融めっきを施した溶融めっきステンレス鋼の、めっき後の原板の結晶粒度番号が7. 5番以上であることを特徴とする曲げ加工性が良好な溶融めっきステンレス鋼。

【請求項2】 重量%で、

C : 0. 08 %以下、

Si : 1. 0 %以下、

Mn : 1. 0 %以下、

Cr : 10~25 %、

Nb : 1. 5 %以下、

N : 0. 03 %以下さらにMo : 2. 5 %以下とCu : 0. 5 %以下の1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼をめっき原板とし、その表面にZnあるいはAlを主成分とする溶融めっきを施したステンレス鋼の、めっき後の原板の結晶粒度番号が7. 5番以上であることを特徴とする曲げ加工性が良好な溶融めっきステンレス鋼。

【請求項3】 重量%で、

C : 0. 08 %以下、

Si : 1. 0 %以下、

Mn : 1. 0 %以下、

Cr : 10~25 %、

Nb : 1. 5 %以下、

N : 0. 03 %以下を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼の冷延钢板をめっき原板とし、前記めっき原板に再結晶温度以上1000°C以下の温度範囲で5分以下保定する焼鈍を行った後、その表面にZnあるいはAlを主成分とする溶融めっきを施すことを特徴とする曲げ加工性が良好な溶融めっきステンレス鋼の製造方法。

【請求項4】 重量%で、

C : 0. 08 %以下、

Si : 1. 0 %以下、

Mn : 1. 0 %以下、

Cr : 10~25 %、

Nb : 1. 5 %以下、

N : 0. 03 %以下さらにMo : 2. 5 %以下とCu : 0. 5 %以下の1種または2種を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼をめっき原板とし、前記めっき原板に再結晶温度以

10

20

30

40

上1000°C以下の温度範囲で5分以下保定する焼鈍を行った後、その表面にZnあるいはAlを主成分とする溶融めっきを施すことを特徴とする曲げ加工性が良好な溶融めっきステンレス鋼の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、溶融金属めっきステンレス鋼およびその製造方法に関するものである。特に、薄鋼板や薄鋼帯として曲げ加工や軽度のプレス加工などを行なう金属溶融めっきフェライト系ステンレス鋼およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】フェライト系ステンレス鋼は、Niを含まないことから比較的安価な上に優れた耐食性を有することから、化学工業用のプラント部材、自動車のモールなどの装飾部材、屋根や壁などの建築部材、ダムやトンネルなどの内外壁などの土木部材、厨房機器に使用されている。しかし、ステンレス鋼といえども大気中で腐食の起きない合金金属ではないために、使用環境によっては発錆などの微細な腐食が発生する。このため、屋外で使用され特に人の目に触れる屋根や壁あるいは自動車の装飾部材では、わずかな発錆も美観を損ね問題視される。

【0003】また、フェライト系ステンレス鋼は高い高温強度と優れた耐高温腐食性を有していることから、煙突や焼却炉用の部材、自動車排気系などの高温部材にも使用されている。しかし、焼却炉ではプラスチックなどの増加により焼却温度が高くならざるをえず、自動車エンジンの効率向上や排気処理の効率向上を目的として排気ガス温度の上昇が指向されているように、高温部材の高温化が進行しつつある。

【0004】以上の耐食性不足や耐高温酸化性不足を補う手段として、原板のステンレス鋼にZnやAlのめっきを施しためっきフェライト系ステンレス鋼が開発された。通常炭素鋼を溶融めっきする場合、めっき密着性の阻害物質を除去するために表面を洗浄し次いでわずかに表面に残る酸化物を還元して溶融金属槽に浸漬する。ところがステンレス鋼の場合、表面に残る非常に薄い酸化皮膜(不動態皮膜)は普通鋼の酸化物を還元する工程では除去できない。すなわち、ステンレス鋼の表面酸化物であるCrの酸化物の平衡酸素分圧は、Feの酸化物よりも極めて低いので、事実上還元できないのである。

【0005】このため、めっき密着性を上げるためにめっき直前に表面を研磨したり、電気めっきにより例えば純鉄を被覆するなどの対策とともに、めっき浴での反応を促進し少しでも拡散による合金層を成長させることを指向してきた。このための具体的な手段として、めっき前の予加熱温度を高くして、めっき浴中の原板温度を高く保つ工夫をしてきた。

【0006】しかし、ステンレス鋼は炭素鋼と異なりC

50

r 炭化物析出に伴う品質劣化すなわち銳敏化現象があるため、これを避けるために特開昭55-97460号公報や特開昭63-47356号公報に示されているように原板の焼鈍から予加熱までの温度履歴を限定したり、冷却速度を限定するなどの方策が講じられ、またさらに、Cr炭化物析出を根本的に防止すべくNbを添加した原板の使用がなされてきた。

【0007】一方、めっきフェライト系ステンレス鋼は、めっき直前の原板に比べて延性が低下することが認められている。これに対して、ステンレス鋼原板の延性を改善すべくステンレス鋼原板の冷延後の焼鈍温度を高くして結晶粒を粗大化することを指向してきた。以上のように、めっきフェライト系ステンレス鋼の製造は、めっき原板の高温焼鈍による再結晶粒の粗大粒化により原板の延性向上を図ってきたのである。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、このように製造された溶融めっきフェライト系ステンレス鋼は曲げ加工によって脆性破面を有する割れが発生することがあった。曲げ加工性の改善には、従来から延性の向上が有效である。ところが、Nbを含有するフェライト系ステンレス鋼を原板とする溶融めっきステンレス鋼板は、これらの処理を行っても曲げ性の改善が認められないものである。本発明は、このような状況に鑑み、曲げ性の優れた溶融めっきフェライト系ステンレス鋼およびその製造方法を提供するものである。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明らは、Nbを含有する溶融めっきフェライト系ステンレス鋼の曲げ加工時の亀裂の発生伝播挙動を詳細に調査するとともに、めっき原板の冷延後の焼鈍条件による溶融めっきフェライト系ステンレス鋼の曲げ加工性の変化を調査し、曲げ性の改善を検討した。その結果、曲げ性の不良な溶融めっき鋼板のステンレス鋼原板は延性そのものの劣化に加えて、韌性の劣化があることが判明した。すなわち、Nbを含有するフェライト系ステンレス鋼を原板とする曲げ加工性が良好な溶融めっき鋼板は、原板の結晶粒度が細かいことが明らかとなった。

【0010】図1は、溶融めっきフェライト系ステンレス鋼の曲げ加工性に及ぼすステンレス鋼原板の結晶粒度番号の影響を示したものである。曲げ試験は、1t-180°曲げを行い、曲げ面の割れの有無を評価した。割れの評価は、全く割れないものを評点1、逆に割れが板を貫通し完全に2枚に分断するほどの割れを評点5とし、その間を官能的に3段階に分離評価した。溶融めっき後のステンレス鋼原板の結晶粒度番号が7.5未満では評点2以上の曲げ割れが発生するものの、粒度番号が7.5以上では全く曲げ割れは発生せず、すべて評点1であった。このように、溶融めっきフェライト系ステンレス鋼板の曲げ性を改善するためには、従来の知見によ

る延性向上対策ではなく、以上に示した従来知見とは異なる新しい知見に基づいて、原板の韌性の改善を図ることが必要であることが判明した。

【0011】本発明は、このように従来の考え方では解消されない新しい知見に基づいてなされたものである。すなわち、(1)重量%で、C : 0.08%以下、

S i : 1.0%以下、Mn : 1.0%以下、

Cr : 10~25%、Nb : 1.5%以下、N : 0.03%以下

必要に応じて、Mo : 2.5%以下、C u : 0.5%以下の1種あるいは2種を含み、残部が不可避不純物からなるフェライト系ステンレス鋼をめっき原板とし、Zn, Alあるいはそれらの合金が主成分である金属溶融めっきステンレス鋼の母材ステンレス鋼の結晶粒度番号を7.5以上とすることを特徴とする溶融めっきフェライト系ステンレス鋼。および(2)その製造工程において、めっき原板ステンレス鋼の冷延後の焼鈍を再結晶温度以上1000°C以下で5分以下の保定期とすることを特徴とする曲げ加工性の優れた溶融めっきフェライト系ステンレス鋼の製造方法である。

【0012】本発明の技術的な考え方は、めっき原板の冷延後の焼鈍で再結晶は図るもの、結晶粒度を7.5番未満に粗大化することを抑制し溶融めっき後の曲げ加工性を改善しようとするものである。

【0013】次に、本発明対象鋼のめっき原板であるフェライト系ステンレス鋼の成分限定理由を示す。Cは、鋼中に固溶しても炭化物として析出しても延韌性を低下させ、溶融めっき後の曲げ加工性を著しく低下させることから、0.08%を上限とした。Siは、過剰に含有すると冷間加工性を低下させるため、その上限を1.0%とした。好ましくは0.15%以下が良い。Mnは、脱酸剤およびSの結晶粒界への偏析による粒界脆化を防ぐために必要であるが、あまり多いと鋼板の延性を低下させるため、その上限を1.0%とした。

【0014】Crは、ステンレス鋼としての基本的な耐食性を得るために必須の合金元素であるため、10%を下限とした。好ましくは15%である。その含有量に応じてステンレス鋼としての耐食性を向上するものの、Alめっきの犠牲陽極を含むめっきステンレス鋼としての耐食性は飽和し、Cr增量効果が見られないもの、25%を上限とした。

【0015】Nbは、溶接部の耐粒界腐食性を確保し結晶粒の粗大化を抑制するため、極めて有効な合金元素である。また、固溶強化元素として高温で使用されるフェライト系ステンレス鋼に比較的多量に添加されることがある。しかし、あまり多く添加すると固溶Nb量が増加し、溶融めっき前の予加熱でFeとNbの金属間化合物を生成し、めっき処理後の曲げ加工性を著しく劣化させることから、1.5%を上限とした。Nは、鋼中に固溶しても窒化物として析出しても延韌性を劣化させ、溶融

めっき後の曲げ加工性が低下することから、0.03%を上限とした。

【0016】Moは、耐食性、特に耐孔食性を向上させるために極めて有効な元素であるものの、合金コストが高いことに加えて、多量に添加すると $\sigma$ 層が容易に析出し、韌性が著しく劣化することから、上限を2.5%以下とした。Cuは、耐食性を向上させるのに極めて有効な元素であるが、多量に添加するとフェライト相中に固溶できず、熱間加工性が著しく阻害されることから、0.5%を上限とした。

【0017】次に、本発明である溶融めっきフェライト系ステンレス鋼の製造条件の限定理由を示す。めっき原板であるフェライト系ステンレス鋼の冷延後の焼鈍温度は、焼鈍の目的から再結晶温度以上、好ましくは950°C以上にする必要があるが、1000°Cを超えると再結晶粒の粗大化が起り、溶融めっき後の曲げ加工性が急激に低下するため、1000°Cを上限とした。また、焼鈍の加熱保有時間が5分を超えると結晶粒が粗大化し、溶融めっき後の曲げ加工性が劣化するため、5分を上限とした。

#### 【0018】

【作用】本発明方法では、次のような冶金的挙動がめっき原板であるフェライト系ステンレス鋼に作用するものと考えられる。本発明でめっき原板とするMoおよびNbを含むフェライト系ステンレス鋼は、従来条件の冷延焼鈍により結晶粒が粗大化する。その後のめっきの予加熱では、結晶粒の成長速度の小さい温度域であるため、さらなる結晶粒の成長が起こることなくめっき浴に浸漬され、溶融めっきステンレス鋼となる。

【0019】めっき原板であるフェライト系ステンレス 30 鋼の韌性を劣化させる結晶粒の粗大化がないため、曲げ\*

鋼	C	Si	Mn	Cr	Nb	Cu	Mo	N
A	0.012	0.47	0.25	10.8	0.42	—	—	0.012
B	0.013	0.30	0.12	19.1	0.40	0.41	—	0.011
C	0.012	0.46	0.12	21.9	0.37	0.47	0.83	0.012
D	0.011	0.44	0.16	22.4	0.30	—	1.63	0.014

#### 【0024】

\*加工時に起こるめっき合金層の脆性的な破壊に伴う衝撃的な応力の伝播にも脆性的な亀裂発生がなく、局所的な伸びで吸収し割れを生ずることがないものと考えられる。このような過程で、曲げ加工性の優れた溶融めっきフェライト系ステンレス鋼が製造可能となる。

#### 【0020】

【実施例】表1に示した化学組成のNb含有フェライト系ステンレス鋼の0.8mm厚の冷延板を製造し、同じく表2に示した焼鈍条件、めっき金属およびめっき条件で、溶融めっきフェライト系ステンレス鋼板を製造した。その後、この溶融めっきフェライト系ステンレス鋼板を切出し $t/2 - 180^\circ$ 曲げを行ない、曲げ面の割れの有無を評価した。この結果を、表2に併せて示した。

【0021】曲げ面の観察評価は、A1系のめっきではNaOHの濃厚水溶液でめっき金属層をさらにりん酸水溶液でめっき合金層を溶解した後、またZn系のめっきでは硝酸水溶液でめっき金属層をさらにりん酸水溶液でめっき合金層を溶解した後、肉眼で行なった。割れの評価は、全く割れのないものを評点1、逆に2枚に分離するほどの割れを評点5とし、その間を官能的に3段階に分類評価した。

【0022】表2に示すようにNo.1~8の本発明方法による溶融めっきフェライト系ステンレス鋼板は、曲げ面が健全で割れの発生もなく良好な曲げ性を示した。しかし、比較に実施した焼鈍温度の高く、母材ステンレス鋼の結晶粒度が大きいNo.9~16のめっきステンレス鋼は、脆性破面を有する亀裂が生じた。

#### 【0023】

#### 【表1】

#### 【表2】

No.	鋼	めっき 金属	めっき原板冷延材の焼純条件		溶融めっき 後の結晶 粒度番号	曲げ 評点	備 考
			焼純条件 (°C)	保定条件 (min)			
1	A	Al	920	2.0	8.5	1	
2	A	Zn	920	2.0	8.5	1	
3	A	Al	950	2.0	8.5	1	
4	A	Zn	950	2.0	8.5	1	
5	B	Al	980	2.0	7.5	1	
6	B	Zn	980	2.0	7.5	1	
7	C	Al	980	2.0	8.0	1	
8	C	Zn	980	2.0	8.0	1	
9	A	Al	1020	2.0	6.0	5	
10	A	Zn	1020	2.0	6.0	5	
11	A	Al	1020	2.0	6.5	4	
12	A	Zn	1020	2.0	6.5	3	
13	B	Al	1020	2.0	7.0	4	
14	B	Zn	1020	2.0	7.0	3	
15	C	Al	1020	2.0	7.0	4	
16	C	Zn	1020	2.0	7.0	4	

## 【0025】

【発明の効果】本発明により、曲げ加工性の優れた溶融めっきフェライト系ステンレス鋼の製造が可能になった。従来、曲げ加工性の不良な製品は歩留り落ちとせざるを得なかつたが、本発明により製品歩留りが増大し、工業的な利益は極めて大きい。

【0026】従来、溶融めっきフェライト系ステンレス鋼は、主として軽加工の部材に用いられることを期待して製造されたものである。しかし、簡単な曲げ加工でも割れが生ずるため、例え割れのない状態で使用されたとしても、石がぶつかるなどの頻繁に起こり得る軽度の事故によって破壊が生ずる危険性を払拭できず、広範に使用されることはなかつた。このような場合、従来Niを多量に含んだオーステナイト系ステンレス鋼をめっき原

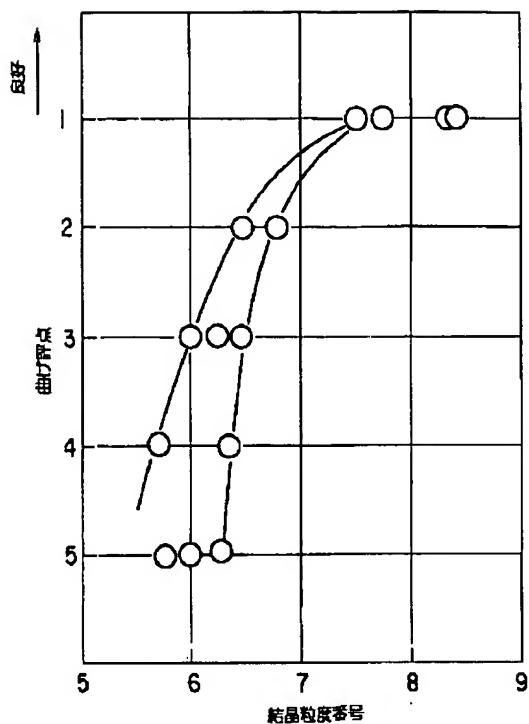
板とした溶融めっきオーステナイト系ステンレス鋼が用いられてきた。

【0027】本発明により、溶融めっきフェライト系ステンレス鋼の曲げ加工性が向上し、しかも簡単な事故でも懸念された破壊の危険性が解消したため、Niを含む高価な溶融めっきオーステナイト系ステンレス鋼の必要がなくなる。特に屋根材では、熱膨張率の低い溶融めっきフェライト系ステンレス鋼が使用できるため、構造体としての設計も容易になった。このように、本発明により間接的に得られる経済的な効果も大きい。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】フェライト系ステンレス鋼における曲げ加工性に及ぼす結晶粒度の影響を示す図。

【図1】



---

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

C 23 C 2/12

識別記号

庁内整理番号

F I

C 23 C 2/12

技術表示箇所